Avances en el Mejoramiento Genético del Arroz en la Universidad de Panamá
Panamá 2006

Gaona, B. Jaime
Tel. 233-7717, jgaonab@cableonda.net. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Tocumen (CEIAT).

RESUMEN

Desde inicios de la década de los 70, la Universidad de Panamá desarrolla investigaciones en el mejoramiento genético y en prácticas agronómicas aplicables al cultivo de arroz. El fundamento de esta iniciativa radica en la importancia que tiene este rubro en la economía nacional y en la gama de problemas que limitan su producción. Actualmente, el trabajo se orienta al desarrollo de cultivares con una amplia adaptabilidad, con alta capacidad de rendimiento, excelente apariencia y calidad molinera, buena calidad culinaria y resistencia a factores bióticos y abióticos. Se cuenta con tres sitios permanentes de evaluación y selección, localizados en las provincias de Panamá (Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Tocumen - CEIAT), Coclé (Estación Experimental de Río Hato) y Chiriquí (Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Chiriquí - CEIACHI). Las evaluaciones también se llevan a cabo en fincas de productores, lo que permite exponer el material a los estreses y al manejo agronómico particular de cada finca. Las metodologías y procedimientos se basan en los manuales " Sistema de Evaluación Estándar para Arroz" (CIAT, 1983), utilizado en la Red de Evaluación Genética del Arroz -INGER y "A Simplified Crossing Method for Rice Breeding" (Sarkarung, 1991). En este ciclo 2006-2007, se han sembrado 486 líneas, distribuidas de la siguiente manera: 1. Vivero de nueve líneas experimentales, sembrado en seis localidades de la República de Panamá. Dos líneas de este grupo, FCA 9738 y FCA 97116, consideradas promisorias, se encuentran en su fase final de evaluación. 2. Vivero de 55 líneas distribuidas en cinco ensayos de rendimiento. Estas líneas se originaron en el CEIAT y en el Programa de Arroz del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT. 3. Vivero de 422 líneas distribuidas en cuatro ensayos de observación. Los materiales de este vivero forman parte del VIOFLAR 2006 (156 líneas), del VIOFLAR 2003-2004-2005 (176 líneas introducidas en 2006), del Programa de Arroz del CIAT (22 líneas introducidas en 2004 a través de un Acuerdo de Transferencia de Materiales), y del Programa de Arroz de la FCA en el CEIAT (68 líneas). Adicionalmente, se desarrollan los híbridos (F_1)de ocho cruzas simples y se manejan diez poblaciones segregantes F_2 y seis F_3 también originadas en cruzas simples. En fase de desarrollo vegetativo se encuentran trece cultivares para realizar entre 10 y 15 cruzas simples. Se han seleccionado 30 genotipos de la colección de arroz de la FCA para estudiar la respuesta al ataque del ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley.

Palabras claves: Arroz, investigación, mejoramiento genético.

ANTECEDENTES

El mejoramiento y la investigación en prácticas agronómicas aplicables al cultivo de arroz, se convirtieron en materia de investigación para la Universidad de Panamá a inicios de la década de los años 70, al analizar la importancia del rubro en la economía nacional y la gama de problemas que limitan la producción.

Los primeros trabajos de selección se hicieron sobre material introducido de sexta y séptima generación, y luego sobre poblaciones de segunda y tercera generación. Más tarde, además de poblaciones tempranas, se trabajó sobre líneas avanzadas, introducidas a través del Programa de Pruebas Internacionales de Arroz (IRTP), conocido más tarde como Red Internacional para la Evaluación Genética del Arroz (INGER).

A partir de 1982, se desarrolla un proyecto colaborativo de investigación entre el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP), la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la Universidad de Panamá y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Los resultados de este proyecto fueron altamente

significativos no solo para el sector arrocero panameño sino para el de varios países de Centroamérica, Suramérica y del Caribe.

En 1995, debido a la reducción de las actividades de investigación del Programa de Arroz del CIAT y al cese de distribución de germoplasma por parte del INGER, se crea el Fondo Latinoamericano de Arroz de riego (FLAR), en donde los países o socios asumen la responsabilidad y el control de una parte de la tarea regional de investigación de arroz. Panamá se vincula al FLAR el 18 de noviembre de 1996 a través de la Federación de Productores de Arroz de la República de Panamá (FEDAGPA), lo que permite a los programas estatales de investigación (FCA e IDIAP) y privados volver a tener acceso a germoplasma mejorado.

Sin duda, la contribución de la Universidad de Panamá al desarrollo del sector arrocero panameño ha sido altamente significativa, como lo confirma su participación en la evaluación a nivel internacional de algunas variedades que fueron nombradas y distribuidas comercialmente, y el desarrollo de variedades comerciales a partir de líneas experimentales avanzadas. Le tocó al Programa evaluar y multiplicar la semilla básica de las variedades Cica 4 en 1974, Cica 6 en 1975, Cica 7 y Cica 8 en 1978. En 1982 el Programa libera la variedad Tocumen 5430, y en 1987 las variedades Panamá 1048 y Panamá 1537 desarrolladas en colaboración con el CIAT e IDIAP. Más tarde, en 1993, se lanzan las variedades Panamá 3621 y Panamá 4721, y en 1997 la variedad Universidad 3189. Muchos materiales que no fueron liberados formalmente se han sembrado a nivel comercial con bastante éxito; uno de ellos, la línea VIOAL 3189 (47.81% del área sembrada bajo mecanización en el ciclo 1999-2000) material base de la variedad Universidad 3189.

Actualmente, debido a los problemas crecientes de inseguridad en la disponibilidad de germoplasma introducido, el Programa de Arroz de la FCA dedica esfuerzos en la generación de su propio material genético, como una alternativa para mantener vigente el programa de investigación y la posibilidad de introducir nuevos cultivares en la actividad de producción.

OBJETIVOS

Los objetivos del Programa de Mejoramiento se orientan al desarrollo, evaluación y selección de nuevos cultivares de arroz cuyo uso este dirigido a la producción comercial y al mejoramiento genético.

Específicamente el Programa encamina sus acciones a: 1. Desarrollar nuevas líneas de arroz mediante cruzamientos. 2) Evaluar el comportamiento agronómico, calidad de grano y reacción a enfermedades y plagas de los materiales genéticos generados localmente y los introducidos. 3) Seleccionar genotipos con rendimiento superior a los 5,000 kg/ha (110 qq/ha) en secano y 6,000 kg/ha (132 qq/ha) en riego, opacidad del endospermo ausente o muy bajo (porcentaje de granos traslúcidos superior al 90%) y altamente estable, rendimiento de arroz molinado entre 70 y 75%, rendimiento de granos enteros por encima de 55%, temperatura de gelatinización de intermedia a baja, excelente calidad culinaria, reacción a Pyricularia grisea de 1-3, tolerancia a otras enfermedades, resistencia a insectos y resistencia o tolerancia al ácaro del arroz *Steneotarsonemus spinki*,

METODOLOGÍAS

<u>Sitios de evaluación</u>

El Programa de Arroz cuenta con tres sitios permanentes de trabajo, localizados en las provincias de Panamá (Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Tocumen), Coclé (Estación Experimental de Río Hato) y Chiriquí (Centro de Enseñanza e Investigación Agropecuaria de Chiriquí), lo que permite someter a las líneas experimentales a las presiones de diferentes ambientes. Además de estos sitios, las evaluaciones también se llevan a cabo en fincas de productores. De esta forma las líneas experimentales se exponen a los estreses y reciben el manejo agronómico particular de cada finca.

Diseños experimentales y tamaño de parcela

En los ensayos de rendimiento se utiliza el diseño de Bloques Completos al Azar con tres o cuatro repeticiones, y parcelas de seis u ocho surcos, dependiendo de la disponibilidad de semilla. Las parcelas en secano tienen cinco metros de largo y una separación de 0.20 m entre hileras. En riego, la siembra es por transplante a una distancia de 0.25m x 0.25m.

En las pruebas regionales se utiliza el diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones. Las unidades experimentales están formadas por diez o doce hileras de cinco metros de largo y 20 centímetros de separación. Se realizan análisis combinados para la interpretación de los datos de comportamiento de los cultivares en los distintos ambientes

Los ensayos de observación no tienen un diseño experimental, pero se trata de sembrar dos repeticiones de cada material. Las parcelas son de cuatro y seis hileras de cinco metros de largo y de 0.20 metros entre hileras. El número de hileras depende de la disponibilidad de semilla.

Hibridaciones

Los cruzamientos se realizan siguiendo las recomendaciones del manual técnico "A Simplified Crossing Method for Rice Breeding" (Sarkarung, 1991), ajustando los materiales y procedimientos a los recursos económicos existentes.

Los progenitores se obtienen de las pruebas regionales, de los ensayos avanzados de rendimiento, de la colección de trabajo de la FCA y del Banco de Germoplasma del CIAT.

Evaluaciones

Las evaluaciones de características agronómicas, calidad de grano y reacción a enfermedades se realizan siguiendo las instrucciones del manual "Sistema de Evaluación Estándar para Arroz" (CIAT, 1983), utilizado en la Red de Evaluación Genética del Arroz.

La evaluación del daño del ácaro del arroz se basa en la medición del porcentaje de panículas con granos vanos y en el porcentaje de granos vanos por panícula, apoyados en los daños físicos observados en la vaina de la hoja bandera, cuando el cultivo se encuentra en la fase de grano pastoso.

Las pruebas de molinería se realizan sobre muestras de 100 gramos. Se determina el rendimiento total y las fracciones granos enteros y granos quebrados.

AVANCES

Líneas experimentales avanzadas en ensayos o pruebas regionales

En este periodo 2006-2007 se utilizan seis localidades de la República de Panamá para evaluar un vivero de nueve genotipos experimentales avanzados. Las localidades se ubican en provincia de Panamá (una), en la provincia de Coclé (dos) y en la provincia de Chiriquí (tres). Cinco de los cultivares evaluados se originaron en el proyecto de cruzamientos desarrollado en el CEIAT, a partir del cruce simple entre la variedad Panamá 3621 y la variedad Universidad 3189. Dos fueron introducidas a través de los viveros VIOFLAR de 1999 y 2001. Las restantes dos líneas, consideradas promisorias, formaron parte del vivero VIOAL de 1997. Estos dos últimos genotipos han pasado por ocho años consecutivos de evaluación. A pesar de que estos materiales presentan un nivel importante de susceptibilidad al ácaro del vaneo del arroz, presentan otras características sobresalientes que las posicionan

como candidatas a una futura liberación como variedades comerciales. Actualmente los dos genotipos están en proceso de caracterización y multiplicación de semilla. Ver cuadro 1.

Cuadro 1 Líneas experimentales de arroz en ensayo regional. Panamá 2006.

Línea	**Origen**	**Genealogía**
CEIAT 96-4	CEIAT-FCA-UP	CEIAT961-F5-14-M
CEIAT 96-6	CEIAT-FCA-UP	CEIAT961-F5-6-M
CEIAT 96-3	CEIAT-FCA-UP	CEIAT961-F5-3-M
CEIAT 96-2	CEIAT-FCA-UP	CEIAT961-F5-2-M
CEIAT 96-13	CEIAT-FCA-UP	CEIAT961-F5-13-M
8108	FLAR 2001	FL00147-8P-14-1P-M
VIOFLAR01-103	FLAR 2001	FL01870-5P-3-1P-M-M-M
FCA97116	CIAT	CT11032-2-4-3T-3P-3P-2
FCA9738	CIAT	CT11369-3-F4-17P-1P

Líneas experimentales avanzadas en ensayos de rendimiento

Se han establecido cinco ensayos de rendimiento en los que se evalúan un total de 55 líneas experimentales. Cada ensayo esta compuesto de once líneas y cuatro variedades comerciales. De este grupo 31 líneas tienen su origen en el CEIAT y el resto proceden del Programa de Arroz del CIAT, introducidas mediante un Acuerdo de Transferencia de Materiales entre la FCA y el CIAT, suscrito en 2004. Todos estos materiales fueron evaluados en el ciclo anterior 2005-2006 en Tocumen, bajo condiciones de secano en parcelas de observación. La selección de los cultivares se basó en el rendimiento, respuesta al ataque del ácaro del vaneo del arroz, rendimiento en molino (total y entero) y en la apariencia del grano (opacidad del endospermo), ya que por lo general, la presión de enfermedades en esta localidad es relativamente baja. Ver cuadro 2.

Cuadro 2 Ensayos de rendimiento 2006. CEIAT, CEIACHI, Río Hato.

Ensayo No.	Origen del Material	Cruzamiento
1	CEIAT-FCA-UP	1. CT8008-5-9P-M / CT10491-12-4-2T-3P-3P-1 2. CT8008-5-9P-M / CT10986-6-2-3T-3P-4P-2
2	CEIAT-FCA-UP	1. CT8008-5-9P-M / CT10986-6-2-3T-3P-4P-2 2. CT8008-5-9P-M / CT11032-2-4-3T-3P-3P-2 3. CT8008-5-9P-M / UQUIHUA 4. CT8008-5-9P-M / CT9145-4-21-5P-1-M1-F8-1P
3	CEIAT-FCA-UP	1. CT8008-5-9P-M / CT9145-4-21-5P-1-M1-F8-1P 2. CT8008-5-9P-M / CT11032-2-4-3T-3P-4P-2
4	CIAT	1. RHS376-57-CX-2CX-CX-OZA/PUSA169// CT11275 -3-F4-8P-2 2. ECIA213-F4-J153/CT6142-F2-RH-3-4-3//CT8008-AM-8-2-1 // EPAGRI 108 3. CT7948-AM-14-3-1/CT9038-5-5C-8C-3C-1C-M// CT7948-AM-14-3-1/CT9852-3-2-1-2-1P 4. UQUIHUA/JUMA 62//CT9748-13-2-1-M-M-1-1 5.CT9509-17-7-1P-1PT//CT5747-38-1-1-1P/COSTA NORTE 6. PERLA //PERLA / O. rufipogon // WC413
5	CIAT	1. CT9509-17-7-1P-1PT//CT5747-38-1-1-1P/COSTA NORTE 2. H13-4-1-2-1/CT8008-AM-8-2-1//INIA-TACUARI 3. RHS376-57-CX-2CX-CX-OZA/PUSA169// CT11275-3-F4-8P-2 4. ECIA213-F4-J153/CT6142-F2-RH-3-4-3//CT8008-AM-8-2-1 // EPAGRI 108 5. PERLA //PERLA / O. rufipogon // WC413 6. IR656000-96-1-2-2/PANDA//INIA-TACUARI

Líneas experimentales introducidas y locales en ensayos de observación

Después de cuatro años que no se tenía acceso a germoplasma mejorado, el Programa recibe dos viveros VIOFLAR, uno compuesto de 156 cultivares (originados en 52 cruzas) que forman el VIOFLAR 2006 y el otro correspondiente a los VIOFLAR de 2003, 2004 y 2005, compuesto de 176 líneas (originadas en 54 cruzas). En total se evalúan 332 líneas experimentales introducidas a través del Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego (FLAR). El resto de los materiales en observación son 22 líneas (originadas en once cruzas), introducidas en 2004 a través de un Acuerdo de Transferencia de Materiales, y 68 líneas originadas en el CEIAT (originadas en ocho cruzas diferentes). Los materiales CIAT y CEIAT fueron sembrados en el ciclo 2005-2006 en parcelas de dos surcos. Los mejores materiales de estos dos grupos pasaron a formar parte de los viveros de rendimiento 2006-2007, y otra fracción, dudosa en su comportamiento, se reevalúa para definir su potencial.

Manejo de material segregante de cruzas simples

En desarrollo se encuentra el híbrido (F_1) de ocho cruzas realizadas en 2005 (CEIAT20051-CEIAT20058). De los cruzamientos hechos en 2004 se han sembrado diez poblaciones segregantes F_2 (CEIAT20041-CEIAT200414). De las cruzas de 2003 se han establecido seis poblaciones F_3 (CEIAT20031-CEIAT20036).

Los progenitores involucrados en los cruces arriba mencionados fueron: Fedearroz 50, Prosequisa 4, Fedearroz 2000, FCA 9738, Colombia XXI, FCA9970 y CT15696-3-4-3-1-2-M, CEIAT-03-CRP, FCA97123, FCA97121RH-S3, Panamá 1048, FCA97116, BG90-2, CEIAT 961-F5-4-M, CEIAT 961-F5-2-M y CEIAT 961-3-M.

Hibridaciones

Se han programado entre diez y quince cruzas para el ciclo 2006 - 2007, para lo cual se estableció un vivero de trece (13) cultivares. Los caracteres más importantes que se toman en cuenta en las combinaciones son alto rendimiento, precocidad, molinería, apariencia del grano (opacidad del endospermo), sanidad y tolerancia al ácaro *Steneotarsonemus spinki*. La tolerancia al ácaro se basa en los niveles de daño observado en los cultivares en el ciclo anterior, bajo una alta presión del mismo.

Los cruces programados se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3 Cruzamientos programados para 2006.

Línea o Var.	FCA97 116	FCA9738	Fedearroz 50	Colombia XXI	Fedearroz 2000	CEIAT-03-CRP	IR 5
CEIAT961-14	*	*	*	*	*	*	*
CEIAT961-6	*	*	*	*	*	*	*
CEIAT961-3	*	*	*	*	*	*	*
CEIAT961-13	*	*	*	*	*	*	*
Panamá 3621	*	*	*	*	*	*	*
IR 5	*	*				*	
Suakoko	*	*				*	

Evaluación de cultivares de la colección de trabajo de la FCA

Para estudiar la respuesta de algunos cultivares al ataque del ácaro del arroz se han seleccionado 30 genotipos de la colección de arroz de la FCA en base a las observaciones realizadas en 2005. A estos materiales también se les evalúan otros caracteres importantes, como rendimiento en grano, rendimiento en molino y nivel de opacidad del endospermo, y reacción a enfermedades. Ver cuadro 4.

Cuadro 4 Cultivares de la colección de arroz de la FCA evaluados para estudiar la respuesta al ácaro *Steneotarsonemus spinki* Smiley.

Cultivar	**Cruce**
Lira	
Fortuna (Taller México 1991)	
Rexoro (Río Hato)	
Rustic	PRECOZ DE MACHIQUES / D52-37 /// (ZENITH / NIRA) // D85-42 //// CENTURY PATNA 231 / SLO-17
Camponi	SML 1010 / APURA // IR8
VIOAL 33-91	PDR 34-2-1-2/P3790F4-6-1-1X// P5746 -18-11-2-2-2X
Ciwini	BOEWANI / WASHABO
Colombia 1	NAPAL / TAKAO-IKU 18
Bluebonnet 50	Rexoro / Fortuna
Isleño	
PNA 859-163	IR8//PNA46-25-1-3-1/PNA222F4-4-1
Picaporte	
IRAT 337	IRAT 112/APURA
Sel. Tocumen	
Lemont	LEBONNET // C.I. 9881 / P.I. 331581
IAC 235	
Pico Negro	
El Paso L48	STARBONNET / BLUEBELLE
SENSHU	
Río Congo Ligero	
L80-63	
TOX 1011-4-2	
Allan	
Dourado Precoce	
IRAT 112	IRAT 13 / DOURADO PRECOCE
IAC 164	DOURADO PRECOCE / IAC 1246
Madison	
Chepo Tres Meses	
Taichung	
Labelle	BELLE PATNA/DAWN

Descripción varietal

En proceso se encuentra la descripción varietal de las líneas promisorias FCA 9738 y FCA 97116. El trabajo se realiza en condiciones de secano, para complementar el trabajo ya realizado bajo condiciones de riego.

BLIBLIOGRAFÍA

1. Centro Internacional de Agricultura Tropical (1983). Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. 2ª. Ed. Manuel Rosero (traductor y adaptador). Cali. Colombia.

1. Ministerio de Desarrollo Agropecuario .Superficie, producción y rendimiento de arroz mecanizado por región: Años agrícolas 1993/94-1999/2000.

2. Martínez, C. P., Espinosa, E., Berrío, L. E., Jaén A. E., Batista, E., Gaona, J., Gutiérrez, H. Frutos de La Cooperación Nacional e Internacional. El caso del convenio IDIAP/FCA/CIAT (1982-1988) en Panamá.

4.Proyecto Colaborativo de Mejoramiento de Arroz IDIAP/FCA/CIAT. (1988). Informe de Progreso 1986 y 1987. Panamá.

3.Rosero, M. J., Leal, D. M. Reportes de Vivero. Resumen presentado durante la segunda Reunión del Comité Asesor del INGER para América Latina. Concepción del Uruguay, Argentina, 10-17 marzo, 1990.

6.Sarkarung, S. (1991). A simplified crossing method for rice breeding: A manual. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia p. vi., 32.